

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
Перспективные материалы
с иерархической структурой
для новых технологий
и надежных конструкций
9 - 13 октября 2017 года
Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Томск – 2017

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМЫ $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrB}_2$ С ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ

^{1,2}Григорьев М.В., ³Котельников Н.Л., ^{1,2,3}Буякова С.П., ^{1,2,3}Кульков С.Н.

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук, Томск, Россия,

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия,

³Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия
grv@ispms.ru

Цель исследования - получить композиционные материалы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrB}_2$ с мультимасштабной иерархической структурой и провести исследование влияния этой структуры на физико-механические свойства.

В работе были использованы УДП порошки оксида алюминия со средним размером частиц 4,7 мкм и порошок диборида циркония со средним размером частиц 2,5 мкм, и гранулированный нанопорошок диоксида циркония с размером гранул 50 мкм, и размером частиц 30 нм.

Керамические композиты были получены методом горячего прессования (ГП) с предварительным изостатическим прессованием порошковой смеси на гидравлическом прессе. Температура ГП варьировалась от 1400 до 1800°C, скорость нагрева изменялась от 2,5 до 6 °C/сек., время выдержки составило от 5 до 20 минут, давление ГП при всех режимах было одинаковым и составило 35 МПа.

Установлено, что при горячем прессовании керамических композитов $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrB}_2$ происходит окисление диборида циркония с последующим испарением через газовую фазу до 10% от исходного содержания.

Показано, что добавка карбида кремния блокирует процесс окисления диборида циркония, в результате чего, методом горячего прессования в среде азота, при температуре спекания 1800°C и выдержке 5 минут, удалось получить композиты системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrB}_2(\text{SiC})$ с ультрамелкозернистой структурой и минимальной пористостью.

Рентгенофазовый анализ показал, что в результате горячего прессования композитов $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrB}_2(\text{SiC})$, их исходный фазовый состав сохраняется. Растровая электронная микроскопия свидетельствует о равномерном распределении компонентов в матрице из оксида алюминия.

Показано, что твердость и вязкость линейно возрастают с увеличением температуры горячего прессования. Оптимальное сочетание механических свойств показал состав $80\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}20\text{ZrB}_2(\text{SiC})$ его твердость и вязкость разрушения составили 19.1 ГПа и $5,5 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$ соответственно.

Анализ механизмов упрочнения показал, что происходит значительное ветвление трещины по границам зерен $\text{ZrB}_2(\text{SiC})$ и как следствие

4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

уменьшение ее энергии, что приводит к торможению трещины и повышению вязкости разрушения композита в целом.

Работа выполнена при частичном финансировании гранта РФФИ мол_а 16-33-00889

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО – ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ ДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ $Al_2O_3 - ZrW_2O_8$

^{1,2}Дедова Е.С., ³Плюснин П.Е., ^{3,4}Губанов А.И.,
^{4,5}Кардаш Т.Ю., ^{1,2}Кульков С.Н.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,*

²*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия,*

³*Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, Новосибирск, Россия,*

⁴*Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия,*

⁵*Институт катализа им. Г.В. Борескова СО РАН, Новосибирск, Россия,*

lsdedova@yandex.ru

Создание новых материалов с заданными свойствами является приоритетной научно-технической задачей. Анализ публикаций показал, что на сегодняшний день наблюдается значительный рост исследований, посвященных созданию керамики с заданным коэффициентом термического расширения, позволяющие проектировать изделия, сохраняющие свои линейные размеры в процессе эксплуатации. Одним из способов достижения такого эффекта является формирование иерархически организованных многомасштабных структур посредством введения в состав оксидной керамики материалов, обладающих отрицательным коэффициентом термического расширения. В качестве такого материала наиболее эффективным является вольфрамат циркония с КТР равным $-9 \cdot 10^{-6} \text{ C}^{-1}$. Однако при взаимодействии оксидов с вольфраматом циркония возможны фазовые превращения, знания о которых необходимы при спекании композитов.

В работе исследованы фазовые превращения, протекающие в дисперсной порошковой системе $Al_2O_3 - ZrW_2O_7(OH)_2 \cdot 2H_2O$, под действием температуры.

Проведенные высокотемпературные *in situ* рентгеновские и термогравиметрические исследования показали, что с ростом температуры от 25 до 1000 °С в порошковой системе протекает ряд фазовых переходов. Фазовый состав порошка при комнатной температуре представлен оксидом алюминия и дегидроксодиаквавольфраматом циркония. Увеличение температуры выше 200 °С приводит к дегидратации $ZrW_2O_7(OH)_2 \cdot 2H_2O$ с выходом молекул воды и гидроксильной группы ОН. Данное превращение сопровождается потерей массы ($\Delta m = 4.34 \%$) и широким термическим эффектом. Дифракционные максимумы, соответствующие вольфрамату